

Einführung in Visual Computing

**Skriptum zur VU 186.822
Sommersemester 2017**

**Robert Sablatnig und Werner Purgathofer
TU Wien**

Unter Visual Computing versteht man die Bereiche der Datenverarbeitung, die sich mit Bildern beschäftigen. Dazu gehören die Aufnahme von Bildern, die Verarbeitung dieser Bilder inklusive aller Veränderungen (Bildverarbeitung), das Erkennen von Bildinhalten (Mustererkennung) womit Computer für verschiedenste Anwendungen sehen lernen (Computer Vision), das künstliche Erzeugen von Bildern, die möglichst echt aussehen sollen (Computergraphik) und deren Verwendung in Filmen (Computeranimation), das Sichtbarmachen von Information zum Zweck der Analyse (Visualisierung), und natürlich auch alle Interaktionstechniken und graphischen Benutzerschnittstellen.

Diese Lehrveranstaltung behandelt eine Auswahl dieser Themen, um ein Gefühl für die verwendeten Methoden entwickeln zu können.

Auf der TISS-Webseite der Lehrveranstaltung werden alle Seiten dieses Skriptums als PDF zeitnah zu den Vorlesungsstunden zum Herunterladen bereitgestellt, ebenso die in den Vorlesungsstunden verwendeten Folien (diese sind in Englisch). Alle weiteren Informationen zu dieser Lehrveranstaltung, wie Testtermine und Übungsaufgaben, findet man unter <https://www.cg.tuwien.ac.at/courses/EinfVisComp>

Als weiterführende Literatur empfehlen wir folgende Bücher:

Nischwitz, Fischer, Haberäcker, Socher: Computergrafik und Bildverarbeitung. 3. Auflage.

Vieweg+Teubner, 2011, online zu finden unter:

<http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-8348-8323-0>

Shirley, Marschner: Fundamentals of Computer Graphics. 3rd Edition.

A K Peters, 2009.

Richard Szeliski: Computer Vision: A Modern Approach.

2010, online zu finden unter:

<http://szeliski.org/Book/>

1. Einführung in die Computergraphik

Mit Computergraphik bezeichnet man jenes Teilgebiet der Informatik, das sich mit künstlich erzeugten Bildern und deren Manipulation beschäftigt. Dies inkludiert auch die digitale Repräsentation, Erzeugung und Manipulation der Daten.

Wer braucht Computergraphik?

Mit der Computerisierung immer weiterer Bereiche unseres Lebens nimmt auch die Zahl der Anwendungen, die künstliche Bilder benötigen, immer größer. Die folgende Aufzählung typischer Anwendungen ist daher unvollständig.

Entertainment. Die Unterhaltungsindustrie verwendet künstliche Bilder und Animationen in vielfältiger Weise. Die Entwicklung von Computerspielen ist die Computergraphik-Anwendung mit dem weltweit größten Markt, und die in diese Industrie investierten Mittel haben einen wesentlichen Anteil an der einschlägigen Forschung. Auch die Filmindustrie benötigt immer öfter und immer mehr Computergraphik, einerseits um Szenen darzustellen, die nicht oder nur mit immensem Aufwand gefilmt werden könnten, andererseits um gefilmte Szenen nachzubearbeiten und um Inhalte zu ergänzen. Die klassische Filmproduktion und die klassische Animation verschmelzen in ihren Methoden solcherart immer mehr.



Computer Aided Design (CAD). Industrielle Produkte werden heute grundsätzlich am Computer entwickelt und modelliert, und natürlich auch visuell inspiziert, also mit Computergraphik dargestellt. Dies gilt für Geräte, Behältnisse, Sportartikel und Schmuck ebenso wie etwa für Autos, Flugzeuge und Fenster. In der Architektur werden Gebäude vor deren Bau virtuell begangen, ebenso werden in der Straßen- und Landschaftsplanung die Resultate visuell vorweggenommen und bei der Planung berücksichtigt.



Werbung. Werbeauftritte nutzen Computergraphikunterstützung seit Langem. Auch darf die finanzkräftige Werbe(spot)industrie nicht übersehen werden, die neben Kurzanimationen jede Menge von Manipulationen an Filmmaterial nützt. Firmen, die Marketing mit modernen interaktiven visuellen Methoden betreiben haben einen nachweislichen Imagevorteil.



Simulatoren. Das Erlernen der Benutzung von manchen Technologien kann entweder sehr teuer oder gefährlich sein. Das Training von Flugzeugpiloten und Raumfahrern auch in Extremsituationen hat zur Entwicklung sehr realistisch wirkender Simulatoren geführt, deren Technologie auch für einfachere Anwendungen wie Autosimulation in Fahrschulen verwendet wird. Auch die Simulation von anderen Gefahren- oder Katastrophensituationen wird genutzt, um Menschen darauf vorzubereiten und trainieren. Dazu ist dann auch wahrnehmungsbasiertes Rendering nützlich, bei dem die Auffassungsgabe des Auges unter gegebenen Umständen berücksichtigt wird.



Kulturerbe. Die Bewahrung oder Wiederherstellung von Dingen und Bauwerken, die dem Zahn der Zeit zum Opfer gefallen sind oder fallen, ist mit Computergraphik virtuell möglich. Solche Programme unterstützen neben Museen aber auch die normale Ausbildung, zum Beispiel den Geschichtsunterricht.

Strukturen und brauchbare Informationen zu finden. Dies wird in vielen Wissenschaften explorativ eingesetzt, aber auch routinemäßig etwa in der Medizin (Visualisierung von CT-Daten etc.).

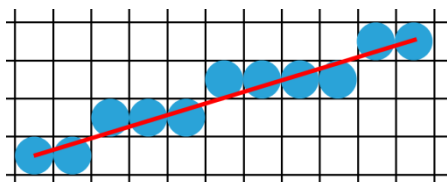
Wissenschaft. Insbesondere die Methoden der Visualisierung ermöglichen es, in unübersichtlichen oder riesigen Datenmengen



Komponenten von Computergraphik-Software

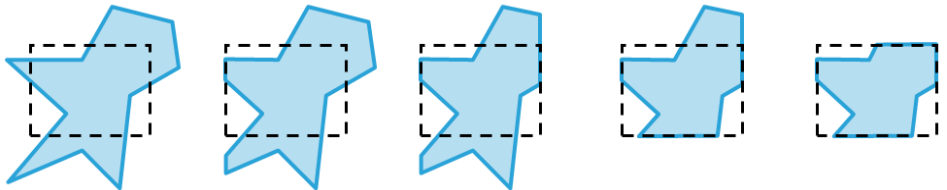
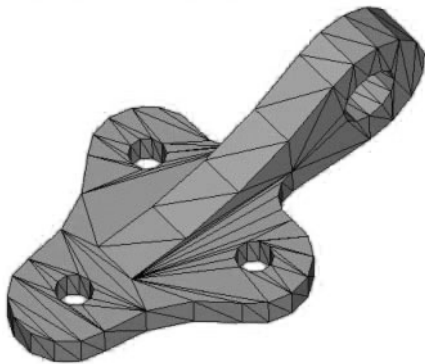
Ein Graphiksystem umfasst viele Komponenten von der Modellierung der Daten bis zum effizienten und korrekten Darstellung der fertigen Bilder. Die dabei auftretende Kette von Operationen und Daten wird als *Graphik-Pipeline* bezeichnet.

Um Bilder darstellen zu können ohne auf die jeweilige Technik des Ausgabegerätes Rücksicht nehmen zu müssen, bedient man sich sogenannter *Graphik-Primitive*, das sind einfache geometrische Gebilde wie gerade Linien, Kreise oder Rechtecke.



Diese werden durch *Rasterisierungsoperationen* in Pixelinformation umgewandelt.

Objekte werden durch Kombination von geometrischen Primitiven *modelliert* (dazu zählen etwa auch *Freiformflächen*) in geeigneten *geometrischen Datenstrukturen* abgespeichert, deren es einige unterschiedliche gibt. Nach der Platzierung der Objekte in einem *Weltkoordinatensystem* wird die *Projektion* durch Definition entsprechender *Kameraparameter* festgelegt. Für beide Operationen benötigt man geometrische *Transformationen*, die üblicherweise als homogene Matrizen repräsentiert sind. Bildteile, die außerhalb des Betrachtungsfensters liegen müssen ebenso weggelassen werden (*Clipping*) wie Bildinformationen,



die von anderen Objekten verdeckt werden (*Sichtbarkeitsberechnung*). Für einfache Darstellungen reichen einfache *Beleuchtungsmodelle*, die zu einer Schattierung der Objektflächen führen. Wenn der Anspruch realistisch wirkende Bilder sind, dann wird *Ray-Tracing* und/oder globale Beleuchtungsberechnung verwendet. Weiters werden oft auf Oberflächen zusätzliche *Textures* aufgebracht, die auch mit lokalen geometrischen Strukturen kombiniert sein können. Schließlich werden bei der Bildausgabe noch Verfahren angewendet, die den Rastereindruck des Ausgabemediums reduzieren, sogenanntes *Anti-Aliasing*.

